

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-060616

(43)Date of publication of application : 12.03.1993

(51)Int.Cl. G01J 3/50  
G06F 15/68  
G06F 15/70  
H04N 9/75

(21)Application number : 03-225900 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

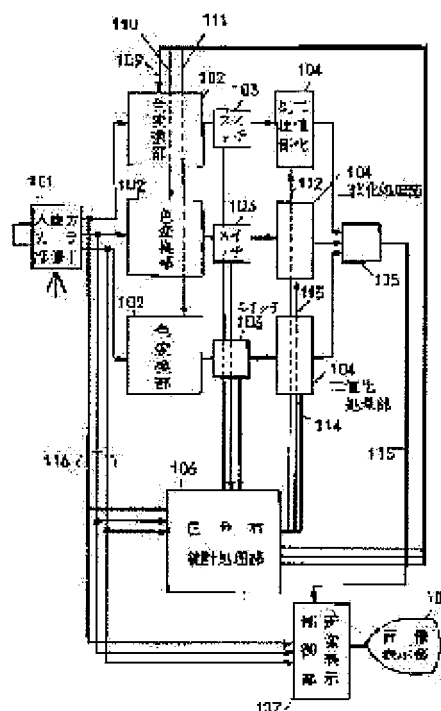
(22)Date of filing : 05.09.1991 (72)Inventor : KANAMORI KATSUHIRO  
MOTOMURA HIDETO  
FUMOTO TERUO

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR DISCRIMINATING COLOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible to determine automatically color coordinates being optimum for color discrimination, to execute a method for color discrimination on the basis of a probability theory of color discrimination by substituting it for color conversion and further to execute these different methods for color discrimination, regarding a method and an apparatus for discriminating color which are aimed at extracting a desired color region in a real time.

**CONSTITUTION:** An object color image is inputted by an image input element 101, an average value and covariance of a color distribution in a color space are computed in a statistical processing element 106 for the color distribution, color coordinate axes being optimum for color discrimination are determined thereby, color coordinate transformation is carried out in a color transformation part 102, a threshold processing is executed for each of three axes of a color space in a binary-coding processing element 104, a logical product is taken in a logic operation element 105 and sent to an image display control element 107, and the result



of the image of which the color is discriminated is displayed in an element 108. The color transformation part 102 can execute arbitrary color transformation in conformity with a color transformation table obtained from the element 106, while in the binary-coding processing element 104, control information such as threshold values is latched from the element 106 likewise, so that a binary-coding processing be executed.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-60616

(43)公開日 平成5年(1993)3月12日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J 3/50		8707-2G		
G 0 6 F 15/68	3 1 0	8420-5L		
	15/70	9071-5L		
H 0 4 N 9/75		8626-5C		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-225900

(22)出願日 平成3年(1991)9月5日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 金森 克洋

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号  
松下技研株式会社内

(72)発明者 本村 秀人

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号  
松下技研株式会社内

(72)発明者 髙 昭夫

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号  
松下技研株式会社内

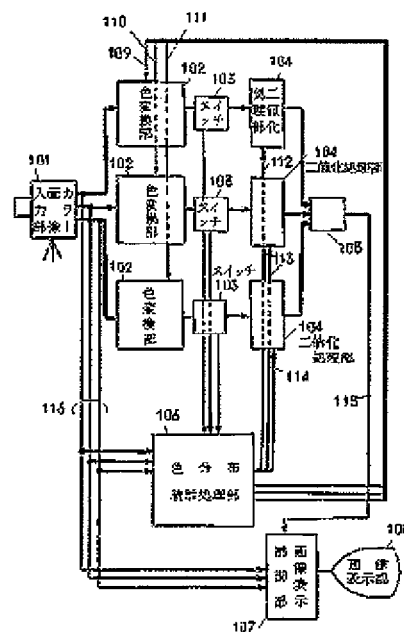
(74)代理人 弁理士 小堀治 明 (外2名)

(54)【発明の名称】 色識別方法および色識別装置

(57)【要約】

【目的】 実時間内に希望の色領域の抽出を行うための色識別方法及び色識別装置に関し、色識別に最適な色座標を自動的に決定し、また確率的な色識別理論に基づいた色識別方法を色変換に置き換えて実行し、更にこれら異なる色識別方法を実行できることを目的とする。

【構成】 対象カラー画像を画像入力部101で入力し、色分布統計処理部106にて色分布の色空間内の平均値、共分散を計算し色識別に最適な色座標軸を求めて色変換部102にて色座標変換をして二値化処理部104にて色空間の3軸ごとに各々しきい値処理し、論理演算部105において論理演算をとって画像表示制御部107に送って色識別画像結果を108にて表示する。色変換部102は任意の色変換を106からの色変換テーブルに従って行うことができ、二値化処理部104ではしきい値などの制御情報を同じく106から取り入れて二値化処理を行う。



(2)

特開平5-60616

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象カラー画像の色分布を第1の三次元色空間内で観測し、前記色分布特性に合わせて最適な第2の三次元空間と複数のしきい値を統計処理により求め、対象カラー画像の各画素の色を求められた第2の三次元色空間に色座標変換し、前記第2の三次元空間の各軸を前記求められたしきい値にて二値化処理し、二値化結果を論理演算することとを特徴とする色識別方法。

【請求項2】 対象カラー画像内で識別すべき複数色領域を設定し、複数色領域の中から抽出すべき特定色領域を確定し、前記特定色領域の色分布と他の色領域の色分布を多次元正規分布により確率的に生成する事象と仮定し、各色領域についての識別関数を前記多次元正規分布の式より求め、対象カラー画像の各画素に対し当該識別関数どうしの差である識別面変換を行い、出力結果を二値化するとを特徴とする色識別方法。

【請求項3】 第1の色空間内における入力色信号を入力するカラー画像入力部と前記第1の色空間内の色分布から最適色座標軸および最適二値化しきい値を算出する色分布統計処理部と第1の色空間から第2の色空間へ色座標変換を行う色変換部と、色変換装置の出力をしきい値処理する二値化処理部と、二値化部出力の論理演算部と、画像表示制御部とを備えることを特徴とする色識別装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、カラー画像信号やカラー映像信号を入力して実時間内に希望の色の抽出を画像上で行なう色識別方法および色識別装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、カラー画像処理において画像の領域分割をする際、画素の持つ特定色を色座標変換し、この変換された色空間内でしきい値処理による色識別により行う手法がある。たとえば、「色差信号による色度検出とカラー画像認識への応用」(電子通信学会論文誌 86/11 Vol. J69-D No. 11)ではR、\*  

$$P(X|Ci)$$

$$= \{1/\{(2\pi)^m |\Sigma_i|\}^{1/2}\}$$

$$\cdot \exp\{(-1/2)(X-\mu_i)^t \cdot \Sigma_i^{-1} \cdot (X-\mu_i)\}$$

【0007】で与えられる。P(Ci)は色のクラスiの事前生成確率でありカラー画像内の各色の出現頻度に相当するが、未知の場合にはどの色も等確率で現れる、として定数とする。各色がカラー画像内で均等に使用さ

\* G、B空間を色差信号(R-Y)(B-Y)に変換して色組、彩度の極座標軸でカラー電線や抵抗カラーコードの識別を行っている。又、「座標変換を用いたカラー画像の解析」(1991電子情報通信学会春期全国大会D-376)では、R、G、B空間をHSI座標系に変換して色相Hにより医学分野でのカラー眼底写真からの血管抽出を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の技術では、色識別しようとする対象物は色識別システムごとに特定されているため色識別を行う色空間も色識別システムに固定である。すなわち、あるシステムではRGBから色差空間に色座標変換が行われ、他のシステムではRGBからHSI色空間に色座標変換が行われる。しかし色識別方式は本来対象カラー画像の色分布を考慮し色識別に最適な色空間を見いだしてから色座標変換すべきものである。すなわち従来の技術では第一に対象カラー画像の色分布に合わせた最適な色座標空間の算出の考慮が欠けている、という課題、最適色座標変換が算出されたととしても、それを実時間で色変換するハードウェアで実現し、色識別するのは困難であった、という第一の課題があった。つぎに第二の課題について説明する。最適な色識別の問題は統計的パターン認識の理論により実現できることはよく知られている(たとえば「パターン情報処理」(長屋;電子通信学会大学シリーズ1-4、コロナ社)。この方法はベイズ決定機構と呼ばれるもので入力色Xを三次元の空間内のパターンベクトルと考え、Xが各パターンクラスCiに属する確率密度

【0004】

【数1】

$$P(X, Ci) = P(Ci) P(X|Ci)$$

【0005】を最大にするクラスに決定する。P(X|Ci)はXの条件付き確率密度関数であり、多次元正規分布を仮定すれば

【0006】

【数2】

れているとして(数1)の対数をとり共通項を除くと識別関数

【0008】

【数3】

(3)

特開平5-60616

3

4

$$f_i(X) = (X - \mu_i)^T \cdot \Sigma_i^{-1} \cdot (X - \mu_i) \\ + \log |\Sigma_i|$$

【0009】が得られる。そこで各入力色につきクラスの数*i*だけ (*i* = 1~*N*)、*f<sub>i</sub>*(*X*)を計算し、その中での最小値  $\min(f_i(X)) = f_k(X)$  を与えるクラス*K*に*X*は属する、と決定すればよい。しかしながら、この手続きを実時間ハードウェアで実現するのは非常に大変であり特殊なハードウェアを構成するしかなかった。すなわち、第二の課題は前記の色座標の線形変換としきい値処理などの手法では識別不可能な色分布の場合には、最適色識別手法であるベイズ決定機構を使用するのが望ましいが、この手法は前述したとおりハードウェアで簡単に実行する方法がないというものである。第三の課題は従来以上のような種々の色識別手法ごとに単目的のハードウェアを構成してきたために、種々の色識別手法が実行可能な汎用の色識別装置がない、ということである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を解決するため本発明の技術的解決手段は、第一に対象カラー画像の色分布を入力色空間であるRGB色空間などにて観測し、その統計処理により、色識別に最適な色空間へと座標変換し前記色識別に最適な色空間内の各軸を用いたしきい値処理により色識別を行うことにより汎用性と実時間性とを兼ね備えもつ色識別方法を提供する。第二に非線形な色識別手法であるベイズ決定手法を簡単な構成で実現するために各色領域のクラスについての識別関数どうしの差の計算を一種の色座標変換と考えて実行し入力色がどのクラスに属しているのかを計算の結果をもとに判断する色識別方法を提供する。また、第三に上記のような二つの異なる色識別方法を同時に一種類のハードウェアにて実現可能にするため汎用的な色座標変換が可能な色変換部と、色変換部出力のしきい値処理を行う二値化処理部と二値化部出力の論理演算部と色分布統計処理部とを備える色識別装置を提供するものである。

【0011】

【作用】本発明の色識別方法および色識別装置では、色分布の統計処理部において第一には色分布から最適な色空間への座標変換係数行列と当該色空間での識別しきい値を求めてこれを色変換部と二値化部、二値化論理演算部への情報として送り、カラー画像を実時間で色座標変換し、次に二値化して色識別を行う。また第二には、あらかじめ色空間内で色分布を平均値と共分散値をもつ多次元正規分布と仮定しておき、複数クラスの組合せに関する識別関数どうしの差を色変換部にて計算すべく設定し、カラー画像を入力し実時間で上記識別関数を算出し、その出力を二値化することにより入力色の識別を行う。

【0012】

【実施例】以下、本発明にかかわる第一の色識別方法の一実施例につき説明する。図2(a)と(c)はRGB色空間内において、あるカラー画像の色分布を示す図である。図2(a)の色分布201と色分布202は、RGB色空間内でその対角線(明度)方向に長く伸びて分布しているが、これは照明光により陰影を生じた物体の色分布では一般的に起こることである。ここで色分布201のみを画像領域から抽出して色識別したい、とする。図2(c)のように色分布203、204、205が空間内で一点ずつに集中している場合をまず考える。この場合には色分布204のみを抽出することは簡単にできる。即ち各色空間軸ごとにしきい値の2つ組(T<sub>R1</sub> T<sub>R2</sub>)、(T<sub>G1</sub> T<sub>G2</sub>)、(T<sub>B1</sub> T<sub>B2</sub>)を適当に決定し、各軸ごとに2つのしきい値で囲まれる区間で1それ以外では0をとるようにしきい値処理(二値化)する。次にそれらの二値化結果を論理積して論理「1」の部分のみを抽出結果として色識別する。図2(d)ではこの様子をR-B平面で2次元的に描いている。R軸上でしきい値(T<sub>R1</sub> T<sub>R2</sub>)で囲まれた区間が「1」となり、B軸上でしきい値(T<sub>B1</sub> T<sub>B2</sub>)で囲まれた区間が「1」となり、両者の論理積をとるとちょうど色分布204の存在する位置のみが「1」となるため色抽出が可能になる。しかし図2(a)のように色分布が色空間の対角線上に伸びた形態で存在する場合RGB空間のR、G、B直交軸に沿ってしきい値処理しても色分布201と202とを識別分離することはできない。図2(b)にこの様子をR-B平面で示した。そこでRGB座標よりも色分布の三次元形状あるいは色分布間の相互の位置関係に即した新たな色座標系を用いる必要がある。

【0013】図3(a)のU軸301、V軸302、W軸303はRGBの線形変換によって作られた新たな色座標軸である。U軸は色分布の長く伸びた長軸方向を示しV軸とW軸は色分布の短軸方向を示す。この変換座標系にて色分布を観測すれば図3(b)のように色分布どうしをV軸上で、しきい値(T<sub>v1</sub> T<sub>v2</sub>)を用いた二値化処理にて分離することができる。変換すべき座標系は色分布の統計処理を用いた主成分分析によって図4のようなフローチャートに従って算出できる。

【0014】なお、主成分分析法では直交軸を対象とするが本発明では変換座標系は直交軸に限るものではない。以下図4にしたがって説明する。401にて、対象色分布のRGB色空間内での共分散値をRGB空間にて観測し共分散行列*S*を求める。この対象色分布は1つの領域でも複数の領域でもよい。行列*S*は共分散*S<sub>rr</sub>*、*S<sub>rg</sub>*、*S<sub>rb</sub>*、*S<sub>gg</sub>*、*S<sub>gb</sub>*、*S<sub>bb</sub>*を用いた対称行列であり、以下のように表される。

(4)

特開平5-60616

5

【0015】

【数4】

$$S = \begin{bmatrix} S_{RR} & S_{RG} & S_{RB} \\ S_{GR} & S_{GG} & S_{GB} \\ S_{BR} & S_{BG} & S_{BB} \end{bmatrix}$$

【0016】402ではSの固有ベクトルを求める。共分散行列Sが対称行列であるから固有ベクトルはよく知られた「ヤコビ法」等の数値計算にて求めることができ3本の直交する固有ベクトルE1、E2、E3が得られる。RGB空間での基底であった3本の単位ベクトルをR、G、Bとすると新たな色座標軸を構成する単位ベクトルU、V、WとR、G、Bのベクトルどうしの変換関係は、3本の固有ベクトルを行ベクトルとして書いた変換行列M

【0017】

【数5】

$$M = \begin{bmatrix} E1R & E1G & E1B \\ E2R & E2G & E2B \\ E3R & E3G & E3B \end{bmatrix}$$

【0018】を用いて

【0019】

【数6】

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

【0020】となる。次にRGB空間で色Xの色座標が(r, g, b)であり、同時にUVW空間での色座標が(u, v, w)であったとすると

【0021】

【数7】

$$X = (r \ g \ b) \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \\ = (u \ v \ w) \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

【0022】が成立する。(数6)の両辺に行列Mの逆行列を前から乗算するとMが直交行列であるため逆行列は転置行列となり、

5

【0023】

【数8】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = M^t \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

【0024】が成立し、これを(数7)に代入すると

【0025】

【数9】

$$(u \ v \ w) = (r \ g \ b) \cdot M^t$$

【0026】となり、両辺を転置すると

【0027】

【数10】

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix}$$

【0028】を得る。すなわち求めるべき色座標変換は3本の固有ベクトル(行ベクトル)より成る直交行列Mによる線形変換(数10)である。403では、(数10)の色変換演算を入力色すべてにつき行う。404では決定した新色座標系で各軸ごとにヒストグラムを算出してよく知られた「モード法」などを用いて最適な二値化しきい値(Tu1、Tu2)、(Tv1、Tv2)、(Tw1、Tw2)を決定する。以上のステップで色識別に必要な最適色座標と最適しきい値が決定され実際に二値化処理が行われる。405では、3つの色座標軸UVWごとに二値化が行われた後、論理積がとられて対象とする特定色分布が色抽出される。

30

【0029】次に本発明にかかわる第二の色識別方法の一実施例を説明する。図5は色空間内で、あらかじめ4個の色領域のクラス(i=1-4)が存在し各々のクラスiが生じたという条件のもとでのパターン・ベクトルの条件つき確率密度関数P(X|Ci)を表現している。これらは多次元正規分布仮定により、平均値μi、共分散行列Σi(i=1-4)の正規分布を呈する。そこで図5ではこの正規分布を確率楕円501、502、503、504として描いている。これらは互いに重なりを持っていてもよい。このパターン空間に入力色Xが入った場合、1から4までのどのクラスに属するべきかを最適に決定するにはベイズ決定理論を使用し、各クラスiにつき識別関数(数3)を計算しそれが最小値になるiに属するとする。ある入力色が特定のクラスiに属するか否かを決定するにはクラスjの識別関数とクラスi(≠j)の識別関数とを2つずつ組合せて差を計算して正負の判定を行えばよいので、以下では入力色がクラスi=1に属しているか否かの判断を行うものとする。

【0030】図6は本発明にかかわる第二の色識別の実施例を示すフローチャートである。601では識別

50

(5)

特開平5-60616

7

すべき色分布の統計的な解析により平均値 $\mu_i$ と共分散行列 $\Sigma_i$ を求め色分布を多次元正規分布(数2)で近似する。602では各色分布での識別関数 $f_i(x)$ を(数3)より求める。603では色のクラス1と残りの色クラス2、3、4とを組み合わせる識別関数 $f_1(x)$ の差をとり以下のように3つの式を得る。

【0031】

【数11】

$$D21(X) = f2(X) - f1(X)$$

$$D31(X) = f3(X) - f1(X)$$

$$D41(X) = f4(X) - f1(X)$$

【0032】入力色Xについての(数11)の各式の計算は一種の色変換と考えられる。入力空間がRGB空間であるとすると、(数11)は色変換

$$(R, G, B) \rightarrow (D21, D22, D23)$$

を行っていることになる。また図形的には図5でクラス1に属し他のクラス2、3、4には属さないことを識別するための識別面505、506、507の計算を行っていることになる。そこでこの色変換を「識別面変換」と呼ぶ。すなわち603では色分布クラス1を基準にした識別面変換を行っている。604では識別面変換の結果である(D21, D22, D23)の正負の二値化が行われ正のとき「1」、負のとき「0」として(B1, B2, B3)の組をつくる(B1=1または0)。この二値の数値は入力色が各識別面のどちら側に位置するかを示す判定結果であり、「1」のとき識別面を境界にしてクラス1の側に属していることになる。そこで605では二値化結果の論理積B1・B2・B3が演算され、この結果が「1」の場合には3つの識別面についていずれにしても色分布クラス1の側に存在していることになる。この色領域を抽出することにより色識別がなされる。

【0033】次に本発明にかかわる色識別装置の一実施例につき図1を参照して説明する。図1において、101はカラー画像入力部であり、入力画像の各画素をA/D変換してRGB分離型の8ビット信号116に変換する。102は入力RGB3信号を内部の色変換テーブルにより任意のスカラ値に変換するための色変換部であり、この102を3組持つ色座標変換(RGB)→(UVW)、(RGB)→(D1 D2 D3)などを行うことができる。色変換部3組は色変換テーブルを各々別個に色分布統計処理部106からの色変換テーブル情報109、110、111を転送されることにより所定の色変換を行うようになっており、内部は色変換テーブルのルックアップ部と演算処理部により構成される。103は8ビットの色変換出力を色分布統計処理部106と二値化処理部104とのいずれかに振り分けるかを決定するスイッチであり、通常はデータを104に渡し、色

8

座標変換されたデータから二値化しきい値を決定する際などにはデータを106に流すものである。104は二値化処理部であり、色変換部からの出力を一個あるいは複数のしきい値より二値化するものである。この二値化処理のしきい値などの情報も色分布統計処理部106から二値化情報112、113、114として転送され、二値化処理部が制御される。105は論理回路であり二値化された複数ラインの情報に対してその論理積などを計算する。115は入力色が現在抽出すべき色である時に「1」となる色抽出情報である。107は画像表示制御部であり、RGB色情報116と色抽出情報115の両方から色識別表示された種々の画像を生成する。

【0034】上記のような構成において、まず、カラー画像入力部101でカラー画像を入力し、次に入力画像の各画素をA/D変換してRGB分離型の8ビット信号116に変換する。次に、色変換部102では、入力RGB3信号を内部の色変換テーブルにより任意のスカラ値に変換する。この色変換部102を3組設けているため、色座標変換(RGB)→(UVW)、(RGB)→(D1 D2 D3)などを行うことができる。具体的には、3組の色変換部102は色変換テーブルを各々別個に色分布統計処理部106からの色変換テーブル情報109、110、111を転送されることにより所定の色変換を行う。

【0035】スイッチ103では8ビットの色変換出力を色分布統計処理部106と二値化処理部104とのいずれかに振り分けるかを決定する。スイッチ103を介して二値化処理部104に入力された信号は、色変換部102からの出力を一個あるいは複数のしきい値より二値化するものである。この二値化処理のしきい値などの情報も色分布統計処理部106から二値化情報112、113、114として転送され、二値化処理部が制御される。

【0036】最終的に、論理回路105で、二値化された複数ラインの情報に対してその論理積などを計算し色抽出情報115を出力し、画像表示制御部107で、RGB色情報116と色抽出情報115の両方から色識別表示された種々の画像を生成する。

【0037】より具体的には、ある原画像の各画素について色抽出情報115が「1」のときは、特定の色抽出結果を示す色(レッド、グリーン、ブルー、シアン、マゼンタ、イエロー、ホワイト、ブラックなどの原色の中の1色)にて表示し、色抽出情報115が「0」のときは原画像での色自体を表示する。あるいは、色抽出情報115が「1」のときは原画色を表示し、「0」のときは原色を表示する。この表示の組合せ制御はあらかじめ設定しておくことができる。

【0038】これにより画像内で求める色のみを抽出して表示することが簡単にでき、識別結果が人間にとって分かりやすく表現される。もちろん、色抽出情報115

9

は、単に人間への表示に使われるばかりではなく、カラー画像の領域識別情報として、より高度な画像認識のための前処理として使用することもできる。

【0039】

【発明の効果】以上のように本発明は第一に対象カラー画像の色分布を統計処理して識別に最適な色座標系を提供する。このため従来は色識別に際し人間が色座標変換を経験により決定していたが、色分布に即して最適な色座標軸へ自動的に変換できる。第二に統計的パターン認識理論を用いた最適色識別手法を「識別面変換」という一種の色変換として実行することにより色座標変換を行うハードウェア向きのアルゴリズムに置き換えることができる。第三に、以上の二種の色識別方法をハードウェア的な変更なしに行うことのできる汎用色識別装置を提供することができる。以上のように本発明は、ハードウェアに変更を加えずして種々の色識別方法を実行することができ、その効果は大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における色識別装置のブロック結線図

(5)

特開平5-60616

10

\*【図2】本発明の一実施例における色識別方法を説明するRGB空間内においてカラー画像の色分布を示す図

【図3】同実施例における色識別方法を説明する色座標変換された色空間内での色分布を示す図

【図4】同実施例における色識別方法を説明する第一の色識別方法のフローチャート

【図5】同実施例における色識別方法を説明するRGB空間において4個の色領域の確率分布を示す図

【図6】同実施例における色識別方法を説明する第二の色識別方法のフローチャート

【符号の説明】

101 カラー画像入力部

102 色変換部

103 データ流切り替えスイッチ

104 二値化処理部

105 論理演算部

106 色分布統計処理部

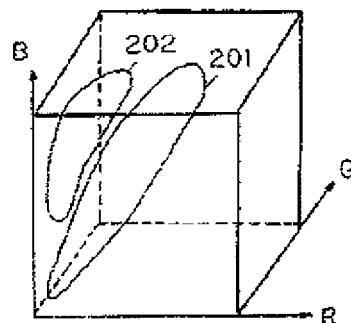
107 画像表示制御部

108 画像表示部

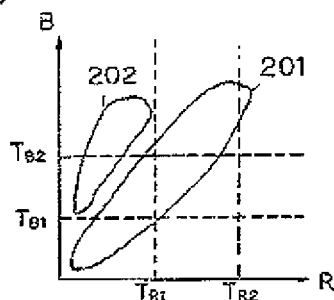
\*20

【図2】

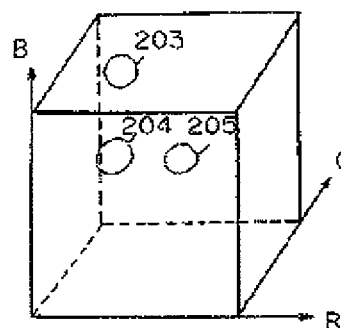
(a)



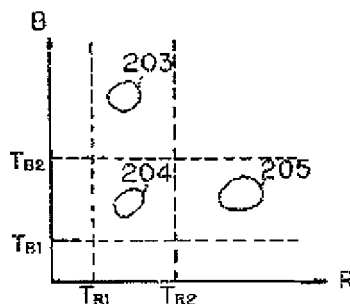
(b)



(c)



(d)

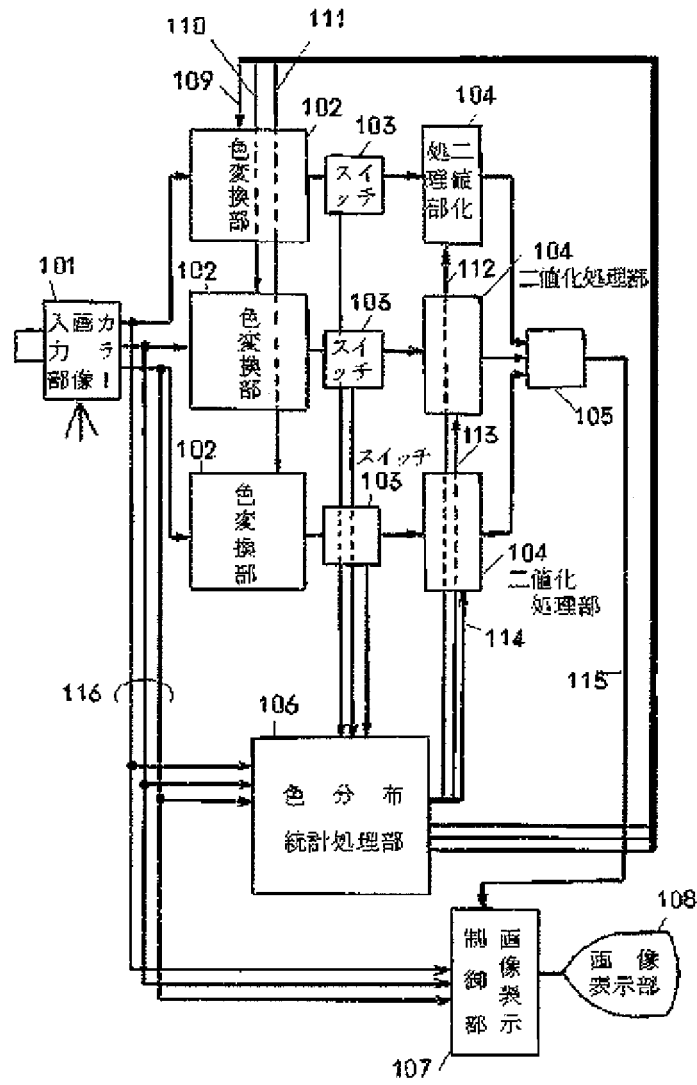




(7)

特開平5-60616

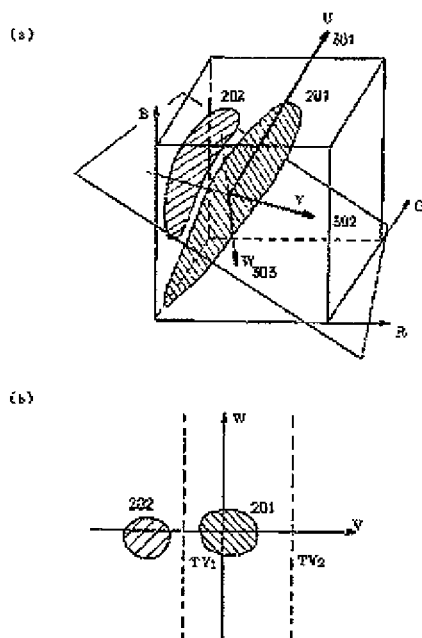
【図1】



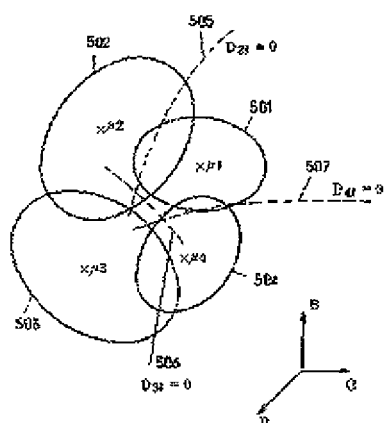
(8)

特開平5-60616

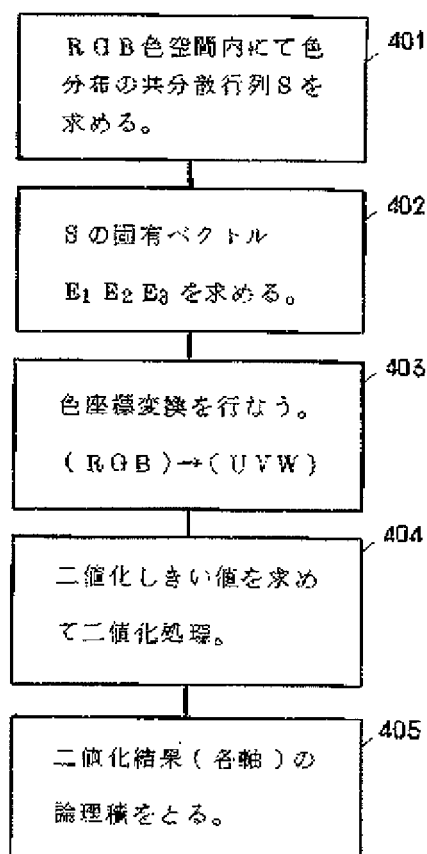
【例3】



【245】



【图4】



(9)

特開平5-60616

【図6】

